

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-062490

(43)Date of publication of application : 28.02.2002

(51)Int. Cl.

G02B 26/02

B81B 1/00

B81C 1/00

(21)Application number : 2000-245868

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 14.08.2000

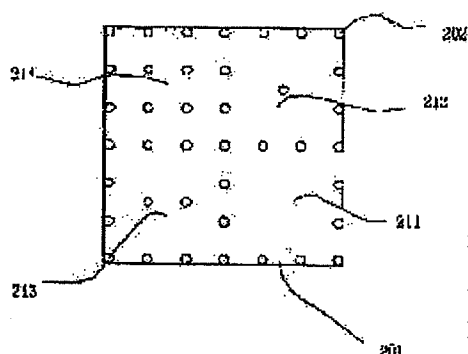
(72)Inventor : YASUDA SUSUMU

## (54) INTERFERROMETRIC MODULATION DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase the switching speed of a interferometric modulation(IMOD) device and to represent gradations without increasing the number of pixels.

SOLUTION: A movable membrane 201 constituting one pixel is supported on a substrate (not illustrate) by a prop 202. The movable membrane 201 is divided into four movable submembranes 211 to 214. The movable submembrane 211 has only its peripheral part supported by the prop 202. The movable submembrane 212 has its center part supported by one prop 202. Similarly, the movable submembranes 213 and 214 have their center parts supported by two and four props 202, respectively. The movable



membrane is more easily bent as the interval between the supporting props become wider, so the movable submembrane 211 is most easily bent and the movable submembrane 214 is most hardly bent.

## 対応なし、英抄

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-62490

(P2002-62490A)

(43) 公開日 平成14年2月28日 (2002.2.28)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	キーワード* (参考)
G 0 2 B 26/02		G 0 2 B 26/02	J 2 H 0 4 1
B 8 1 B 1/00		B 8 1 B 1/00	
B 8 1 C 1/00		B 8 1 C 1/00	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

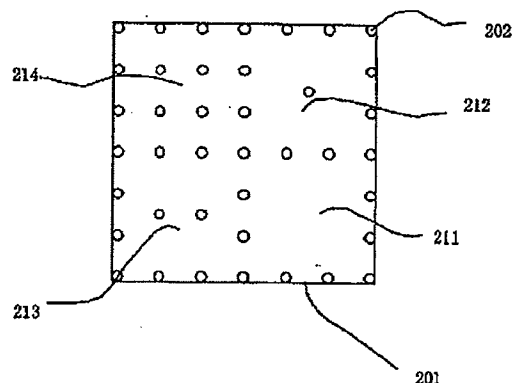
(21) 出願番号	特願2000-245868(P2000-245868)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成12年8月14日 (2000.8.14)	(72) 発明者	安田 進 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ ノン株式会社内
		(74) 代理人	100065385 弁理士 山下 稔平
		Fターム(参考)	2H041 AA03 AA05 AA06 AB38 AC06 AZ01 AZ05

(54) 【発明の名称】 干渉性変調素子

## (57) 【要約】

【課題】 干渉性変調 (IMOD) 素子のスイッチング速度を速くし、ピクセル数を増加させることなく階調表現を行う。

【解決手段】 1つのピクセルである可動メンブレン201は、基板(不図示)に対して、支柱202で支持されている。可動メンブレン201は、4つのサブ可動メンブレン211~214に分割されている。サブ可動メンブレン211は、周辺部のみを支柱202で支持されている。サブ可動メンブレン212は、中央部を一本の支柱202で支持されている。同様に、サブ可動メンブレン213と214は、それぞれ中央部を2本、4本の支柱202で支持されている。可動メンブレンは、支持する支柱の間隔が広いほどたわみやすくなるので、サブ可動メンブレン211が最もたわみやすく、サブ可動メンブレン214が最もたわみにくい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁層／導体層／絶縁層の少なくとも3層をこの順に透明基板上に積層した光入射部と、可動メンブレンとを、空気層を介して対峙させ、前記導体層と前記可動メンブレンに電圧を印加して前記可動メンブレンを変形させる干渉性変調素子であって、前記可動メンブレンを支持する複数の支柱を前記透明基板上に設け、前記支柱の間隔を場所によって異ならせることを特徴とする干渉性変調素子。

【請求項2】 前記可動メンブレンの中央部において、前記間隔が最も広く、前記可動メンブレンの周辺部に近づくほど前記間隔が狭いことを特徴とする請求項1記載の干渉性変調素子。

【請求項3】 絶縁層／導体層／絶縁層の少なくとも3層をこの順に透明基板上に積層した光入射部と、可動メンブレンとを、空気層を介して対峙させ、前記導体層と前記可動メンブレンに電圧を印加して前記可動メンブレンを変形させる干渉性変調素子であって、前記可動メンブレンを支持する複数の支柱を前記透明基板上に設け、前記可動メンブレンに複数の空気穴を設けることを特徴とする干渉性変調素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、マイクロマシン技術を利用した光変調器に関するものである。より詳しくは、光共振器構造を有する干渉性変調(Interferometric Modulation: IMOD)素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図8は、従来のIMOD素子のピクセルの構造を説明するための斜視図である。基板1000の上に、可動メンブレン1001が支柱1002でエアギャップを介して支持されている。

【0003】図9は、従来のIMOD素子のピクセルを上から見た図である。支柱1002が等間隔dで配置されている様子がわかる。支柱1002で囲まれた可動メンブレンの一部がサブピクセル1003であり、駆動の最小単位となる。

【0004】図2は、基板1000と可動メンブレン1001の間の印加電圧Vと、エアギャップの関係を表すグラフである。印加電圧Vを0から上げていくと、静電引力が働いて可動メンブレン1001はたわみ、エアギャップは徐々に狭まっていく。そして、印加電圧が閾値 $V_{th}$ を超えると可動メンブレン1001と基板1000は接触し、エアギャップは0になる。その後は、印加電圧を上げてもエアギャップに変化は生じない。逆に、印加電圧を下げていくと、印加電圧が閾値 $V_{th}'$ を下回ったときに、接触していた基板1000と可動メンブレン

1001が離れる。IMOD素子をデジタル的に使用するとき、可動メンブレン1001と基板1000が接触している場合(ON状態)と、していない場合(OFF状態)の2つの状態を利用する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来のIMOD素子は、スイッチング速度が十分速くなかった。この原因について、説明する。

【0006】従来のIMOD素子において、可動メンブレンと基板の間に電圧を印加し、OFF状態からON状態へと遷移を起こさせると、すべてのサブピクセルにおいて、可動メンブレンが同時に基板に向かって運動を開始する。すると、エアギャップに存在していた空気が一斉に圧縮されるため、空気バネとして働き、可動メンブレンの運動が妨げられてしまう。

【0007】また、逆に、ON状態のIMOD素子において、印加電圧を除去して、ON状態からOFF状態へと遷移させると、こんどはすべてのサブピクセルの可動メンブレンが、同時に基板からはなれる運動を開始する。ところが、可動メンブレンは上方から大気圧で押されているために、可動メンブレンの運動が妨げられてしまう。

【0008】また、従来のIMOD素子において、面積階調方式で階調を表現しようすると、階調表現に必要なピクセル数だけ配線を行う必要があるため、構造が複雑になり、コストが高くなってしまいう問題点があった。

【0009】そこで、本発明は、IMOD素子のスイッチング速度を速くし、ピクセル数を増加させることなく階調表現を行うことを課題としている。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための本発明は、絶縁層／導体層／絶縁層の少なくとも3層をこの順に透明基板上に積層した光入射部と、可動メンブレンとを、空気層を介して対峙させ、前記導体層と前記可動メンブレンに電圧を印加して前記可動メンブレンを変形させる干渉性変調(IMOD)素子であって、前記可動メンブレンを支持する複数の支柱を前記透明基板上に設け、前記支柱の間隔を場所によって異ならせている。

40

【0011】すなわち、本発明のIMOD素子においては、可動メンブレンを支持する支柱の間隔が、場所によって異なっている。支柱の間隔が広いほど、可動メンブレンは容易にたわむので、本発明においては、可動メンブレンの場所によってたわみやすさが異なることになる。すなわち、本発明によれば、印加する電圧を徐々に上げていくと、可動メンブレンのすべての部分が同時に駆動されるのではなく、時間差をおいて駆動されることになる。それゆえ、エアギャップ中の空気が徐々に押し出されたり、吸い込まれたりするため、従来のIMOD

50

素子よりも空気の抵抗の少ないIMOD素子を実現することができる。

【0012】また、IMOD素子に、印加する電圧を制御することで、駆動される可動メンブレンの面積を変化させることができる。

【0013】また、可動メンブレンの中央部において、間隔が最も広く、可動メンブレンの周辺部に近づくほど間隔が狭くなるように、支柱を配置することで、空気が可動メンブレンの周辺部からスムーズに出入りできるようにすることができる。

【0014】また、可動メンブレンに、穴を設けることで、可動メンブレンが動作するときに、穴から空気が出入りして、空気の抵抗を少なくすることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【0016】【実施形態1】図1は、本発明の実施形態1のIMOD素子を説明するための上面図である。図1は、1つのピクセルを表している。可動メンブレン101が、基板（不図示）に対して、支柱102で支持されている。また、これら支柱102で囲まれた部分がサブピクセル103である。支柱102の間隔は、可動メンブレン101の中央部でd0であり、そこから周辺部に近づくにつれて、d1、d2、d3となっている。これらの支柱間隔には、 $d3 < d2 < d1 < d0$ の関係がある。

【0017】支柱の間隔が広いほど、可動メンブレンは容易にたわむので、本実施形態においては、可動メンブレン101の中央部のサブピクセル103が最もたわみやすく、周辺部にいくほどたわみにくくなっていることになる。

【0018】図3は、印加電圧の波形図である。

【0019】また、図4(a)～(e)において、左側の図は、本発明のIMOD素子のピクセルを上から見た図であり、ハッチング部分は、ON状態を表している。又、右側qの図は、それらの断面図である。

【0020】まず、図3において、 $T=0$ のとき、印加電圧Vは0である。すると、可動メンブレンには静電引力は働かないので、すべてのサブピクセルはOFF状態となる（図4(a)）。そこから、印加電圧Vを上げていき、第1の閾値電圧V1に達すると、最もたわみやすい可動メンブレンの中央部のサブピクセル部がON状態になる（図4(b)）。さらに電圧を上げていき、第2の閾値電圧V2に達すると、最初にON状態になったサブピクセルの周囲のサブピクセルがON状態になる（図4(c)）。このようにして、印加電圧がV3、V4と上がっていくと、ピクセルの状態は、図4(d)、図4(e)と変化していく。

【0021】このように、本実施形態のIMOD素子においては、可動メンブレンの中央部から順番にサブピク

セルがON状態になっていく。そのことにより、エアギャップに含まれる空気は、中央部から周辺部に向かって徐々に押し出されていく。それゆえ、従来のIMOD素子と異なり、空気がエアスプリングのようになって可動メンブレンの動作を妨げることが無い。そのため、従来のIMOD素子に比べて、高速にOFFからONへのスイッチングを行うことができる。

【0022】逆に、すべてのサブピクセルがON状態の状態から、印加電圧Vを下げていくと、V4'を下回るときに、図4(d)の状態になる。以下同様に、V3'、V2'、V1'を下回るたびに、ピクセルの状態は、図4(c)、図4(b)、図4(a)と変化していく。ここで、 $V_j > V_j'$  ( $j=1, 2, 3, 4$ )である。

【0023】このように、本実施形態のIMOD素子においては、可動メンブレンの周辺部から順番にサブピクセルがOFF状態になっていく。そのことにより、空気が周辺部から中央部に向かって徐々に吸い込まれていく。それゆえ、従来のIMOD素子と異なり、大気圧が可動メンブレンの動作を妨げることはない。そのため、従来のIMOD素子に比べて、高速にONからOFFへのスイッチングを行うことができる。

【0024】また、本実施形態のIMOD素子において、印加電圧Vを0から上げていき、V1とV2の間で保持すると、図4(b)の状態を保つことができる。同様にして、印加電圧Vを適当な値に保持することで、図4(a)～(e)の任意の状態を保つことが可能である。

【0025】すなわち、本実施形態のIMOD素子においては、電圧制御で面積階調制御を行うことができる。

【0026】【実施形態2】図5は、本発明の実施形態2のIMOD素子を説明するための上面図である。図5は、1つのピクセルを表している。可動メンブレン201が、基板（不図示）に対して、支柱202で支持されている。

【0027】可動メンブレン201は、4つのサブ可動メンブレン211～214に分割されている。

【0028】サブ可動メンブレン211は、周辺部のみを支柱202で支持されている。

【0029】サブ可動メンブレン212は、中央部を1本の支柱202で支持されている。

【0030】サブ可動メンブレン213は、中央部を2本の支柱202で支持されている。

【0031】サブ可動メンブレン214は、中央部を4本の支柱202で支持されている。

【0032】可動メンブレンは、支持する支柱の間隔が広いほどたわみやすくなるので、サブ可動メンブレン211が最もたわみやすく、サブ可動メンブレン214が最もたわみにくい。

【0033】本実施形態のIMOD素子の駆動の様子を

図3と図6を用いて説明する。図6(a)～(e)は、本発明のIMOD素子のピクセルを上から見た図であり、ハッチング部分は、ON状態の部分を表している。

【0034】まず、図3において、 $T=0$ のとき、印加電圧 $V$ は0である。すると、可動メンブレンには静電引力は働かないので、すべてのサブピクセルはOFF状態となる(図6(a))。そこから、印加電圧 $V$ を上げていき、第1の閾値電圧 $V_1$ に達すると、サブ可動メンブレン211がON状態になる(図6(b))。さらに電圧を上げていき、第2の閾値電圧 $V_2$ に達すると、サブ可動メンブレン212がON状態になる(図4(c))。このようにして、印加電圧が $V_3$ 、 $V_4$ と上がっていくと、サブ可動メンブレン213、214がONとなる(図4(d)、図4(e))。

【0035】本実施形態のIMOD素子において、印加電圧 $V$ を0から上げていき、 $V_1$ と $V_2$ の間で保持すると、図6(b)の状態を保つことができる。同様にして、印加電圧 $V$ を適当な値に保持することで、図4(a)～(e)の任意の状態を保つことが可能である。

【0036】すなわち、本実施形態のIMOD素子においては、電圧制御で面積階調制御を行うことができる。

【0037】【実施形態3】図7は、本発明の実施形態3のIMOD素子を説明するための上面図である。図7は、1つのピクセルを表している。可動メンブレン301が、基板(不図示)に対して、支柱302で支持されている。支柱302で囲まれたメンブレンがサブピクセル303である。そして、サブピクセル303の中央部には、穴320が空いている。

【0038】本実施形態のIMOD素子においては、可動メンブレン301が駆動する際に、空気が穴320を通して出入りする。そのため、従来のIMOD素子と異\*

\*なり、空気の抵抗が少ない。それゆえ、従来のIMOD素子に比べて高速な動作が可能になる。

【0039】

【発明の効果】以上説明した本発明によれば、空気の抵抗を小さくできるため、従来のIMOD素子に比べて、スイッチング速度を速くすることができる。

【0040】また、電圧制御で、面積階調を実現することができるため、従来のIMOD素子に比べて、単純な構造で、面積階調制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態1のIMOD素子を説明する図である。

【図2】IMOD素子の印加電圧と、エアギャップの関係を示す図である。

【図3】本発明のIMOD素子に印加する電圧を示す図である。

【図4】実施形態1のIMOD素子の動作を説明する図である。

【図5】実施形態2のIMOD素子を説明する図である。

【図6】実施形態2のIMOD素子の動作を説明する図である。

【図7】実施形態3のIMOD素子を説明する図である。

【図8】従来のIMOD素子を説明する図である。

【図9】従来のIMOD素子を説明する図である。

【符号の説明】

1000 基板

101、201、301、1001 可動メンブレン

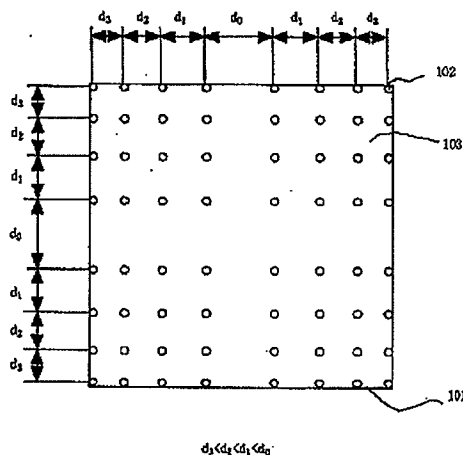
102、202、302、1002 支柱

103、303、1003 サブピクセル

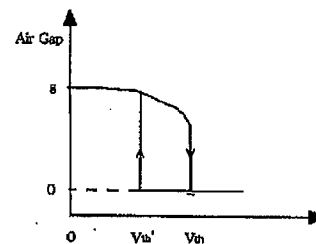
211～214 サブ可動メンブレン

320 空気穴

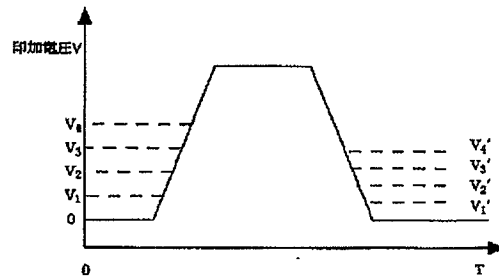
【図1】



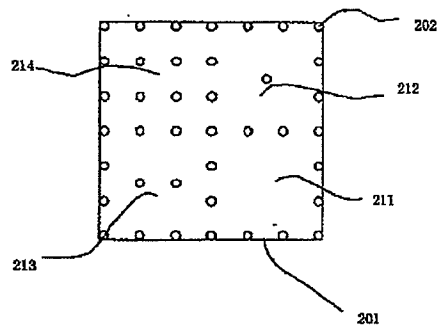
【図2】



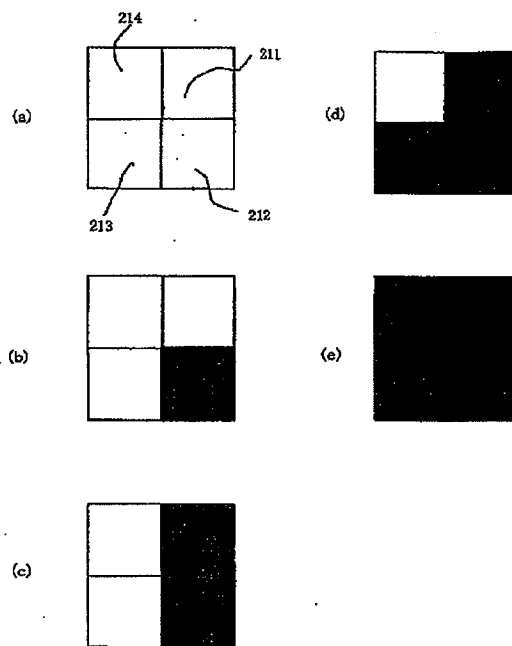
【図3】



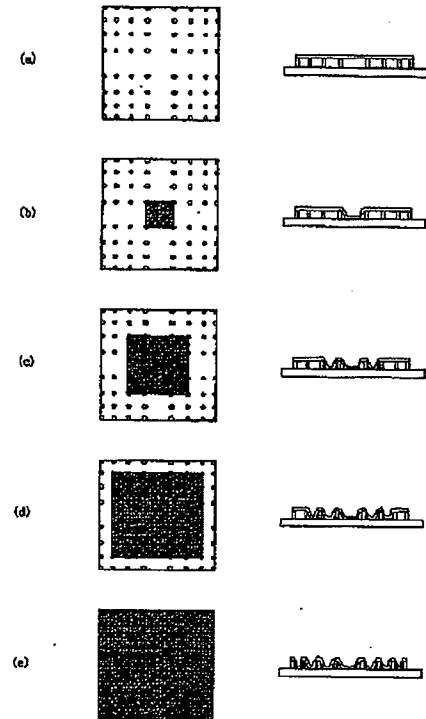
【図5】



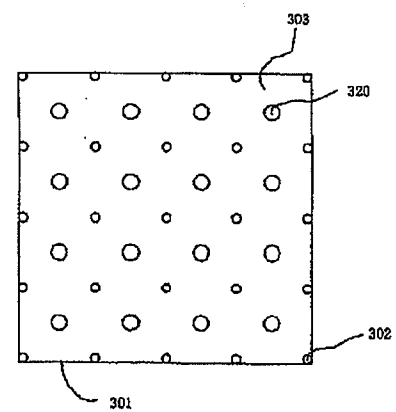
【図6】



【図4】



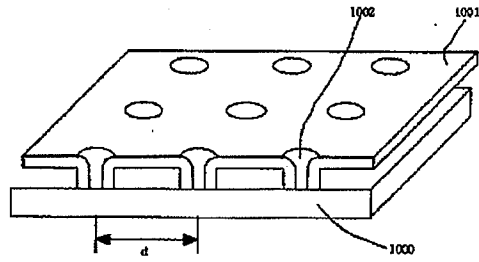
【図7】



(6)

特開2002-62490

【図8】



【図9】

